

MODELAGEM COMPUTACIONAL NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO DO CRESCIMENTO CELULAR

Mara Hombre Mulinari & Laércio Ferracioli

Laboratório de Tecnologia Interativa Aplicada à Modelagem Cognitiva
Departamento de Física
Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória/ES
mara@modelab.ufes.br; l.ferracioli@modelab.ufes.br

1. INTRODUÇÃO

Os atuais avanços tecnológicos têm provocado um amplo debate sobre suas transformações nas formas de comunicação nos processos produtivos e conseqüente formação de recursos humanos. Nesse sentido, torna-se necessária uma discussão visando o entendimento da dinâmica dessas transformações no contexto educacional e o desenvolvimento de um referencial teórico que possibilite a integração dessas tecnologias à prática pedagógica (Ferracioli & Sampaio, 2001).

Nesse contexto, esse artigo relata o desenvolvimento de um *Módulo Educacional* em um Ambiente de Modelagem Computacional abordando o fenômeno do *Crescimento Celular* o qual foi analisado e avaliado por alunos do Curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das formas de integração da tecnologia da informação e comunicação no contexto educacional é através da utilização dos conceitos de modelo e modelagem computacional. Neste contexto, Forrester (1968) expõe que a mente humana pode ser considerada apta para usar modelos que relacionam objetos no espaço e que estão associados com palavras e idéias. No entanto, não é apropriadamente adequada para representar sistemas complexos e modelos dinâmicos. Assim, a utilização da modelagem computacional pode ser uma ferramenta complementar para análise e entendimento desses sistemas, destacando principalmente o caráter dinâmico dos modelos.

No entanto, a utilização da modelagem computacional no contexto educacional demanda o delineamento de uma investigação que inclua tanto o desenvolvimento de atividades de modelagem quanto sua efetiva utilização em sala de aula para que

se possa concluir sobre as suas reais possibilidades (Ferracioli, 2000). Nesta perspectiva, este trabalho relata uma experiência desenvolvida neste contexto.

3. METODOLOGIA







O módulo educacional proposto foi desenvolvido no *nível de interface* do Ambiente de Modelagem Computacional STELLA, o qual possibilita a integração da modelagem computacional e aspectos teóricos do conteúdo em estudo.

3.1. O Ambiente de Modelagem Computacional Quantitativo STELLA

STELLA é acrônimo de *Structural Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation*. A escolha deste ambiente é baseada no fato de que este material vem sendo investigado pelo ModeLab nos últimos anos (e.g. Ferracioli & Camiletti, 1998; Rampinelli et al, 2003; Campostrini et al, 2005; Rampinelli & Ferracioli, 2006).

Este Ambiente de Modelagem permite a construção de modelos através da conexão de ícones que traduzem a evolução temporal do fenômeno em estudo. O usuário não necessita trabalhar diretamente com equações matemáticas, basta somente construir um modelo do fenômeno em estudo baseado em relações causais entre as variáveis consideradas relevantes, para que o sistema as converta em linhas de programa. O Quadro 01 apresenta o resumo dos ícones básicos da metáfora do STELLA.

Quadro 01: Ícones Básicos de Construção de Modelos no STELLA

| ÍCONE | DESCRIÇÃO |
|---|--|
|  | NÍVEL: representa uma variável que pode ser alterada ao longo do tempo por uma variável do tipo taxa. |
|  | TAXA: representa uma variável que promoverá a mudança da variável tipo Nível ao longo do tempo. Pode ser Unidirecional ou Bidirecional. |
|  | CONVERSOR: representa o mecanismo para estabelecer constantes, definir entradas externas para o modelo e realizar cálculos algébricos. |
|  | CONECTOR: representa uma relação de causa-efeito entre variáveis, expressando uma dependência entre elas. |
|  | PLATAFORMA DE GRÁFICOS: é usada para traçar o gráfico de uma ou mais variáveis de um modelo em simulação. |
|  | PLATAFORMA DE TABELAS: é usada para visualizar a saída numérica de uma ou mais variáveis de um modelo em simulação. |

Dessa forma, após a construção do modelo no ambiente STELLA, o *Módulo Educacional Crescimento Celular Baseado na Síntese Protéica* foi desenvolvido integrando os aspectos teóricos sobre o tema, conforme descrito na seção 3.2.

3.2. Módulo Educacional *Crescimento Celular Baseado na Síntese Protéica*

O módulo consiste num plano de estudo sobre *Crescimento Celular*, tendo um enfoque voltado para o processo da Síntese Protéica. A tela inicial do Módulo Educacional é mostrada na Figura 01.



Figura 01: Tela inicial do Módulo Educacional *Crescimento Celular Baseado na Síntese Protéica*

Clicando no botão *Iniciar*, o aluno será encaminhado à página do *Menu Principal* que apresenta o objetivo do Módulo e uma breve discussão sobre o tema abordado neste trabalho, conforme mostrado na Figura 02.

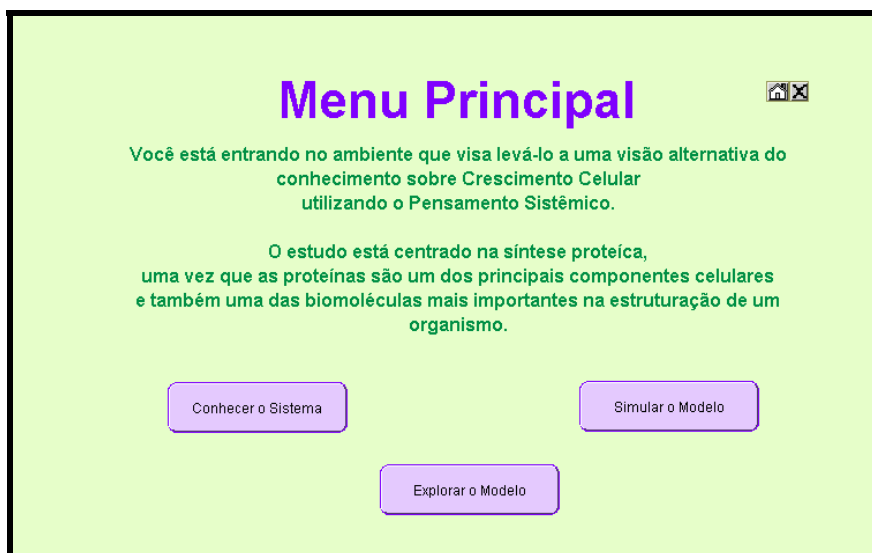


Figura 02: Menu Principal do Módulo Educacional

Nessa tela há três botões que levam o usuário a navegar pelos níveis *Conhecendo o Sistema*, *Explorar o Modelo* e *Simular o Modelo*.

3.2.1. Nível Conhecendo o Sistema

Ao navegar neste nível o aluno terá acesso a contextualização teórica do tema abordado o qual enfatiza o processo da síntese protéica e o ciclo celular conforme mostrado na Figura 03.

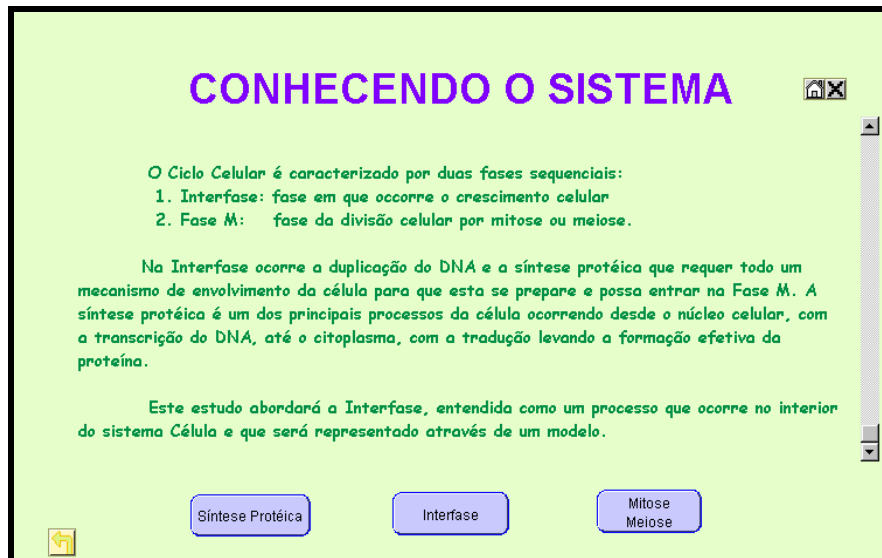


Figura 03: Tela inicial do nível Conhecendo o Sistema

O botão *Síntese Protéica* remete o aluno a uma página que aborda este fenômeno desde seu início no núcleo celular com a produção de RNA até o fim da síntese no citoplasma mostrando o processo de tradução do RNA mensageiro.

O botão *Interfase* remete o usuário à página que apresenta a atividade celular durante o período de interfase do ciclo celular definindo as fases G_1 , S e G_2 .

O botão *Mitose/Meiose* leva o aluno a navegar por páginas que mostram os fenômenos da mitose e da meiose e suas distinções.

Após vislumbrar o conteúdo deste nível do Módulo o aluno retorna ao *Menu Principal* ao clicar no botão *voltar* e poderá navegar nos demais níveis.

3.2.3. Nível Explorando o Modelo

Este nível apresenta como se dá a construção do modelo, apresentando as relações entre as variáveis e suas definições, conforme apresentado nas Figuras 04 e 05.

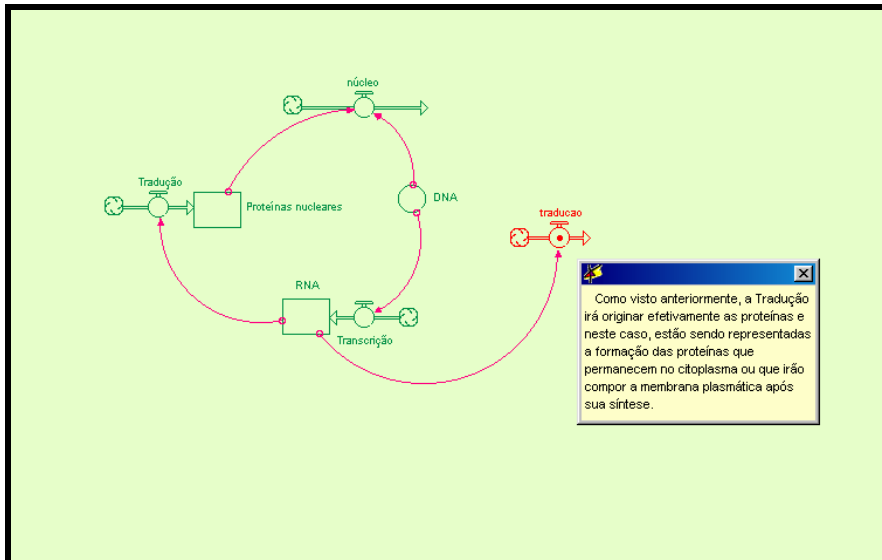


Figura 04: Construindo o Modelo: detalhe do processo de construção do modelo

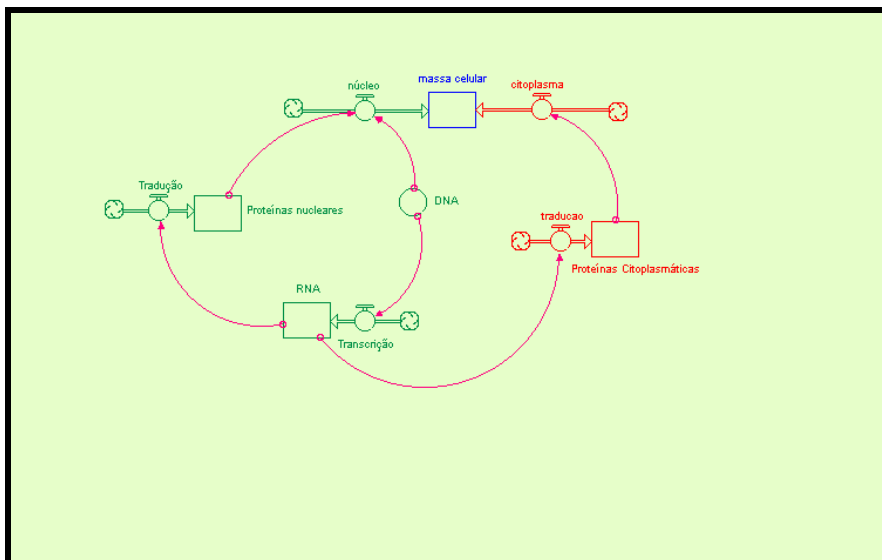


Figura 05: Modelo Final representativo do Crescimento Celular Baseado na Síntese Protéica

3.2.4. Nível Simulando o Modelo

Apresenta o comportamento do Sistema e das variáveis perante o fenômeno modelado, através da apresentação de uma saída gráfica que permite avaliar o comportamento da variável *massa celular* durante um ciclo celular completo conforme demonstrado na Figura 06.

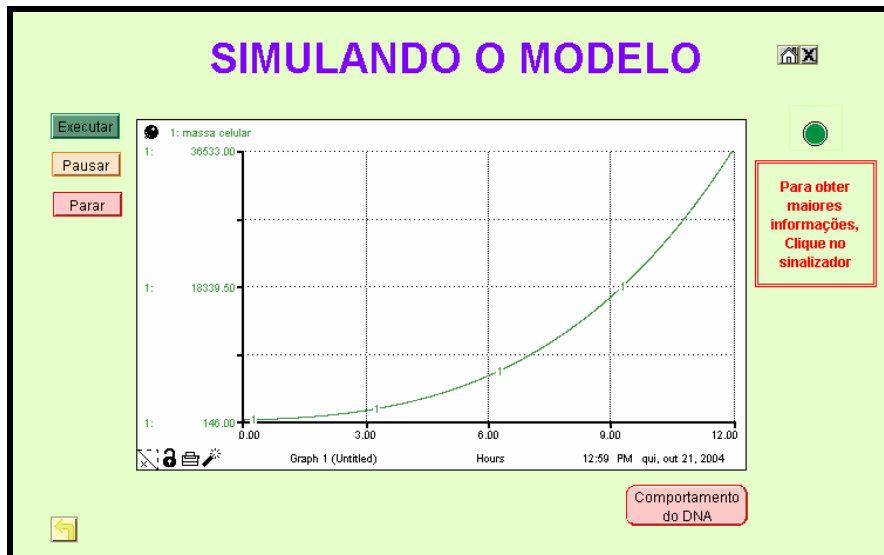


Figura 06: Resultado da simulação para a variável *massa celular*

Ao clicar no botão *Comportamento do DNA* será apresentado ao aluno um gráfico, mostrado na Figura 07 que apresenta a dinâmica do DNA ao longo do ciclo celular, no qual fica explícito o comportamento da quantidade de DNA nas fases G_1 , S e G_2 do período de interfase.

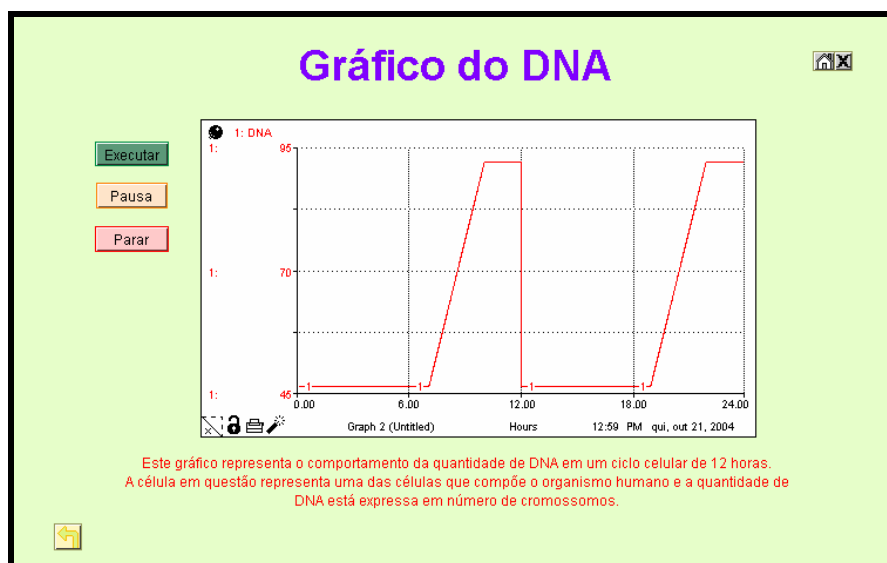



Figura 07: Resultado da simulação da variável *DNA*

Terminando a análise dos resultados da simulação o aluno poderá encerrar a apresentação do Módulo Educacional clicando no botão *Fechar* ou retornar a *Página Inicial* clicando no botão que está localizado a esquerda do botão *Fechar* e assim reiniciar o estudo.

3.3. Avaliação do Módulo Educacional

O Módulo Educacional foi avaliado utilizando-se a *Planilha de Avaliação de Módulos Educacionais*, mostrada na Figura 08, que inclui itens de resposta fechada e aberta e abordava os Aspectos Computacionais e de Interface e Aspectos Educacionais do material desenvolvido.

| | | |
|---|---|--|
|  | Universidade Federal do Espírito Santo Centro de Ciências Exatas Departamento de Física | Disciplina Informação, Ciência e Tecnologia no Ensino de Ciências - www.modelab.ufes.br/ict2004 - |
|---|---|--|

Planilha de Avaliação dos Módulos Educacionais

Preencha o formulário fazendo um X na sua nota para cada item de avaliação, de acordo com a seguinte graduação.

| | | | | |
|------|---|---|---|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ruim | | | | Bom |

Quando achar pertinente, escreva seu comentário nos espaços logo abaixo do item de avaliação

| Aspectos Computacionais e de Interface | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| 1. O acesso ao Menu Principal é de fácil e rápido acesso? | | | | | |
| 2. Os botões de ligação são de fácil compreensão? | | | | | |
| 3. Os botões de ligação são bem localizados? | | | | | |
| 4. É fácil 'entrar' e 'sair' de Qualquer atividade em qualquer ponto do Módulo? | | | | | |
| 5. O Módulo Educacional é de fácil utilização? | | | | | |
| 6. Como você avalia a apresentação/design do Módulo Educacional? | | | | | |
| Aspectos Educacionais | | | | | |
| 7. No seu entendimento, quais seriam os Objetivos deste Módulo Educacional? | | | | | |
| 8. O conteúdo do Módulo Educacional atende a esses objetivos? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. O material escrito está organizado de forma adequada? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. As ilustrações gráficas são adequadas aos objetivos do Módulo? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. As simulações são bem articuladas com os objetivos do Módulo? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. Existe algum erro conceitual no Módulo Educacional? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. Qual a sua nota final para o Módulo Educacional? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Sugestões e Críticas Adicionais: favor utilizar este espaço

Figura 08: *Planilha de Avaliação de Módulos Educacionais*

4. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

A avaliação do Módulo Educacional realizada pelos estudantes matriculados na disciplina *Informação, Ciência e Tecnologia no Ensino de Ciências* foi ofertada pelo Departamento de Física aos alunos de Ciências Biológicas durante o semestre de 2004/01. Os estudantes responderam o questionário descrito na seção 3.3.

Os dados coletados através da Planilha de Avaliação foram organizados nas Tabelas 01 e 02 apresentadas a seguir.

Tabela 01: Resultado da Avaliação dos Aspectos Computacionais e de Interface do Módulo Educacional

| Questões | Notas (0 a 5) |
|--|---------------|
| O acesso ao <i>Menu Principal</i> de fácil e rápido acesso? | 5.0 |
| Os botões de ligação são de fácil compreensão? | 4.4 |
| Os botões de ligação são bem localizados? | 4.9 |
| É fácil “entrar” e “sair” de qualquer atividade em qualquer ponto do Módulo? | 4.4 |
| O Módulo é de fácil utilização? | 4.7 |
| Como você avalia a apresentação/design do Módulo? | 4.7 |

Tabela 02: Resultado da Avaliação dos Aspectos Educacionais do Módulo Educacional

| Questões | Notas (0 a 5) |
|--|---------------|
| O conteúdo do Módulo atende a esses objetivos? | 4.7 |
| O material escrito está organizado de forma adequada? | 4.8 |
| As ilustrações gráficas são adequadas aos objetivos do Módulo? | 5.0 |
| As simulações são bem articuladas aos objetivos do Módulo? | 4.8 |
| Existe algum erro conceitual no Módulo? | 4.8 |
| Qual sua nota final para o Módulo? | 4.7 |

A avaliação dos aspectos abordados na Planilha foi positiva e na seção de críticas e sugestões foram apontadas dificuldades de navegação devido a não compreensão de alguns botões de navegação.

5. CONCLUSÃO

A integração de tecnologias no contexto educacional a partir dos conceitos de modelagem e modelagem computacional demanda a investigação sistemática para se concluir sobre suas reais possibilidades de aplicação no processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados da avaliação do *Módulo Educacional Crescimento Celular Baseado na Síntese Protéica* parecem revelar que a utilização da modelagem computacional em sala de aula representa uma promissora estratégia na medida que os estudantes-avaliadores, público-alvo deste tipo de iniciativa, foram positivos em relação a este tipo de material didático.

Para finalizar, é importante assinalar que a partir dos resultados desta avaliação o módulo educacional foi reestruturado possibilitando o estabelecimento de novos direcionamentos no desenvolvimento desta investigação.

6. AGRADECIMENTO

Este estudo é parcialmente financiado pelo CNPq, CAPES e FACITEC – Conselho Municipal de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Vitória, ES – Brasil.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

CAMPOSTRINI, L; MOTTA, R.; RAMPINELLI, M; FERRACIOLI, L. (2005). Desenvolvimento e Avaliação de um Módulo Educacional Sobre Termodinâmica Baseado na Modelagem Computacional Quantitativa. In: Atas do XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2004, Rio de Janeiro. Anais do XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física.

FERRACIOLI, L. & CAMILETTI, G. (1998) *Introdução ao Ambiente de Modelagem Computacional STELLA*. Série Modelos, 01/98. Publicação Interna do Modelab/UFES.

FERRACIOLI, L. (2000) *A Integração de Ambientes Computacionais ao Aprendizado Exploratório em Ciências*. Projeto Integrado de Pesquisa nº 46.8522-00.0 financiado pelo CNPq.

FERRACIOLI, L. & SAMPAIO, F. F. (2001). Informação, Ciência, Tecnologia e Inovação Curricular em Cursos de Licenciatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 8:83-88.

FORRESTER, J. (1968) *Principles of Systems*. Cambridge, Ma: Wright-Allen Press.

GILBERT, J & BOULTER, C. (1998) Learning science through models and modelling. In Frazer, B. & Tobin, K. (Eds). *The International Handbook of Science Education*. Dordrecht, Kluwer.

RAMPINELLI, M. & FERRACIOLI, L. (2006). Estudo do Fenômeno Colisões Através da Modelagem Quantitativa. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n.1, p. 93-122.

RAMPINELLI, M.; MULINARI, M. H.; SILVA, T. R. (2003) Integrating Technology in Science Education: a Study Based on System Thinking. *Workshop Research on Modelling in Science Education Implications for Curriculum and Educational Material Development*. Vitória, ES, 10/11/2003.